Aus der Universitätsklinik für Augenkrankheiten, Berlin
Direktor: Prof. Dr. med. W. Löhlein

ÜBER DEN BLITZSTAR

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Medizinischen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

GERHARD GLUCK

aus Berlin

Tag der Promotion: 12. April 1941

Buchdruckerei Franz Linke, Berlin NW 7, Marienstr. 13

M 20

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. L. Kreuz
Referent: Prof. Dr. H. K. Müller
Korreferent: Prof. Dr. W. Löhlein

Meinen lieben Eltern.

Im Oktober 1940 hatte ich Gelegenheit, an der Universitäts-Augenklinik in Berlin einen seltenen Fall von Blitzkatarakt zu sehen und zu untersuchen.

Die 24jährige Patientin befand sich im Juli 1940 in ihrer Heimat in Ostpreußen, im Orte Glognau, Kreis Sensburg. Dieser Ort liegt in allernächster Nähe der großen masurischen Seen und ist von weiten Wiesen- und Waldgebieten umgeben. Das Gehöft der Eltern besteht aus einem flachen Wohnhaus für 2 Familien, einer Scheune und einem Stallgebäude. Die beiden Küchen des Bauernhauses stoßen aneinander und haben den gleichen Kamin. Erst in einer Entfernung von ungefähr 50 Metern stehen weitere Gehöfte. Auch befinden sich in der Umgebung keine größeren Bäume oder Masten, sondern nur kleinere Obstbäume. Blitzableiter sind auf keinem der Häuser des Gehöftes vorhanden.

Am 21. Juli, nachmittags gegen 2 Uhr, zog ein schweres Gewitter auf und schlug in das Wohnhaus ein. Der Blitz suchte sich seinen Weg durch den Schornstein, der sich zwischen den beiden Küchen befand, und hinterließ auch Spuren in der auf dem Boden befindlichen Räucherkammer. Es habe nur einmal ganz kurz geblitzt und stark gedonnert. Die Schwägerin der Patientin, die sich in der Nebenküche befand, wurde vom Blitz erschlagen (große Blitzmarken an der getroffenen Körperseite).

Unsere Patientin stand in der anderen Küche am Tisch und erhielt plötzlich einen Schlag, so daß sie nach hinten auf die linke Seite des Kopfes umschlug. Sie blieb 3 Stunden bewußtlos und hatte eine kleine Platzwunde am Hinterkopf, langanhaltende Kopfschmerzen, Erbrechen und völlige Erinnerungslosigkeit. Außer den beiden Erwachsenen befanden sich noch einige Kleinkinder in der Küche, denen aber nichts passierte. Auch sonst wurde nichts im Hause zerstört, außer daß in der Nebenküche die Scheiben nach draußen herausgefallen waren. Die Patientin fühlte sich sehr schlapp und matt und blieb 14 Tage zu Bett. Allmählich erholte sie sich wieder und ging später ihrer Beschäftigung nach.

Mitte September, also nach 7—8 Wochen, bemerkte sie eine Verschleierung des Blickes auf dem linken Auge und ging deshalb zum Arzt. Dieser untersuchte sie und stellte eine beginnende Katarakt auf dem linken Auge fest. Er überwies die

Patientin sofort zur weiteren Behandlung in die Universitäts-Augenklinik. Dort wurde eine genaue Untersuchung beider Augen vorgenommen.

Die Untersuchung des rechten Auges ergab keinerlei krankhafte Veränderungen:

Visus mit Korrektion 5/5,
Conjunctiven und Bulbus sind reizlos,
Hornhaut, Vorderkammer und Iris ohne pathologischen Befund,
Linse in allen Teilen klar,
Glaskörper ohne Einlagerungen, nicht verändert,
Fundus: Papille gut gefärbt und scharf begrenzt, Makula mit scharfem Zentralreflex, Peripherie und Gefäße ohne pathologischen Befund.

Befund am linken Auge:

Visus mit Korrektion 5/15,
Conjunctiven und Bulbus sind reizlos.

Beobachtungen an der Spaltlampe im schmalen Lichtbüschel:

Die Hornhaut zeigt weder im Epithel, noch im Parenchym oder im Endothel irgendwelche krankhaften Veränderungen. Im Spiegelbezirk erkennt man eine regelrechte Zeichnung des Endothelzellenbelages.

Die Vorderkammer ist von normaler Tiefe und, abgesehen von ganz vereinzelten zirkulierenden Punkten, optisch leer.

Irisstroma, Pupillarsaum und hinteres Pigmentblatt lassen keine krankhaften Veränderungen erkennen.

Linsenvorder- und Rückfläche sind von normaler Krümmung, der Linsendurchmesser entspricht der Regel. Nur in der alleroberflächlichsten Rinde lassen sich Trübungen feststellen.

Die Oberfläche des vorderen Alterskernes zeigt eine auffallend deutliche Kontinuitätszone, die besonders im etwas breiteren Büschel einen leicht gelblich grauen Lichtreflex erkennen läßt. Zwischen der Alterskernoberfläche und der Kapsel befindet sich noch eine klare Zone direkt anschließend an den Alterskern. Die Trübungen liegen ausschließlich unter der vorderen Linsenkapsel in der Gegend des vorderen Pols, vielleicht auch in der Kapsel selbst. Der Tiefe nach überschreiten sie die Zone des Abspaltungsstreifens nicht.

Mit diffuser Beleuchtung betrachtet sind die dichtesten Trübungen am vorderen Linsenpol gelegen. Von hier aus strahlen sie entsprechend der anatomischen Anordnung der Linsenfasern zum Äquator der Linse aus, ohne diesen völlig zu erreichen. Die äußersten Ausstrahlungen sind teilweise wieder

etwas dichter getrübt und zeigen einen feinen bogenförmigen Abschluß. Während zwischen dem Polgebiet und dem Äquator der strahlige Charakter der Trübungen sehr stark ausgeprägt ist, sind am Pol fleckförmige Trübungen vorherrschend. Das vordere Linsenchagrin ist stark farbenschillernd, wobei das deutlichste Farbenschillern am vorderen Pol vorhanden ist.

Das Glaskörpergerüst ist temporal wesentlich deutlicher ausgeprägt als nasal. Krankhafte Einlagerungen oder eine über die Norm vermehrte Verflüssigung ist nicht festzustellen.

Bei der Betrachtung der Linse im durchfallenden Licht mit dem Lupenspiegel hat die Trübung eine kranzförmige Gestalt, die den Linsenpol wie einen Ring von 4 mm Durchmesser umgibt. Im Pol selbst sind nur allerfeinste schattengebende Trübungen zu erkennen, während sich der Kranz aus schwärzlichen Trübungen zusammensetzt, die man mit Moosfiguren vergleichen kann.

Auch mit dem Lupenspiegel können im Glaskörper keine Trübungen festgestellt werden.

Der Augenhintergrund ist nur leicht verschwommen zu erkennen, der Sehnerv scharf begrenzt, gut gefärbt und die Gefäße von normaler Füllung. Auch in der Peripherie sind keine krankhaften Veränderungen feststellbar.

Wenn auch keine äußerlich sichtbaren Verletzungen durch den Blitzschlag vorhanden gewesen sind, so ist es doch in hohem Grade wahrscheinlich, daß die Linsentrübung des linken Auges als Folge des Blitzschlages aufzufassen ist.

Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht die Tatsache, daß, wie die Bewußtlosigkeit zeigt, eine sichere Blitzeinwirkung stattgefunden hat, daß die Linsentrübung einseitig im zeitlichen Anschluß an den Blitzschlag sich entwickelt hat und daß keinerlei Anhaltspunkte für eine anderweitige Entstehung der Linsentrübung hat festgestellt werden können. Auch in der Familie sind keine Fälle von Linsentrübungen bekannt. Weiterhin stimmte die Art der Linsentrübung mit den bei Blitzstaren bekannten weitgehend überein. Es dürfte somit an der Diagnose Blitzstar in diesem Falle kaum ein Zweifel bestehen.

Betrachtet man nun die Literatur, um einige Schlüsse über den Verlauf und die Prognose dieses Falles ziehen zu können, so muß man feststellen, daß die Verlaufsformen sehr mannigfaltiger Natur sind. Die ersten einschlägigen Beobachtungen über den Blitzstar findet man 1722 von Yves und 1843 von Himly. Eine erstmalige Zusammenstellung der bis 1882 bekanntgewordenen Literatur über klinisch beobachtete Fälle von

Blitzschlag mit Augenaffektionen gab Leber (1882) heraus. Im ganzen fand Leber 6 Fälle, bei denen die Katarakt mit Sicherheit oder doch größter Wahrscheinlichkeit auf den vorausgegangenen Blitzschlag zurückzuführen war. Die Verlaufsformen waren sehr mannigfaltig, neben Mydriasis und Akkommodationslähmungen, Netzhautblutungen, Aderhautrupturen, Sehnervenatrophie und Ptosis wurden Linsentrübungen verschiedenster Art bis zur Totalstarbildung im Verlaufe von 6 Wochen beobachtet. In keinem Falle erfolgte später eine Abnahme der Trübung.

Als Ursache der Katarakt betrachtete Leber die physikalisch-chemische Wirkung der Elektrizität auf die Linsensubstanz, und zwar nahm er eine Art katalytischer Wirkung der Elektrizität an. Die nachträgliche Zunahme der Katarakt in einigen Fällen sei darauf zurückzuführen, daß die Schädigung der Linsenfasern dahingehe, daß sie absterben und erst später der Trübung anheimfallen.

Vossius (1886) sah unmittelbar nach dem Blitzschlag eine recidivierende Iritis auftreten, der erst später Linsentrübungen folgten. Er glaubte deshalb den Blitzstar als eine Folge der Iridocyclitis auffassen zu sollen. Andere Autoren nahmen entweder eine direkte Zerreißung der Linsenkapsel (Yvert 1880) an, die aber nie einwandfrei nachgewiesen wurde, oder wie Leber eine Art katalytischer Wirkung auf das Linseneiweiß, vielleicht auch einen Gerinnungsvorgang.

Die Pathogenese der Blitzkatarakt und die sich dabei abspielenden pathologisch-anatomischen Veränderungen sind 1888 von v. Heß an Tierexperimenten näher erklärt worden. Er berichtete auf dem Heidelberger Kongreß 1888 über seine experimentellen Arbeiten. v. Heß ließ die Funken einer großen Leydener Flasche 6 bis 20 mal in kurzen Zwischenräumen auf den Kopf von Katzen und Kaninchen überspringen.

Die wichtigsten Ergebnisse seiner Tierversuche waren, daß neben Reizerscheinungen der äußeren Teile des Auges und einer starken Hyperämie des Corpus ciliare schon 2—4 Stunden nach der Verletzung zarte, grauweiße Trübungen am Linsenäquator auftraten, die sich rasch ausbreiteten und bald den hinteren und vorderen Pol erreichten, dabei mannigfaltige Gestalt aufwiesen. Die Trübungen konnten zurückgehen, wobei gelegentlich ein vorderer Kapselstar übrigblieb, oder sie entwickelten sich schnell zu Totalstaren. Die charakteristischen mikroskopischen Veränderungen bestanden in ausgedehntem

Untergang der Linsenepithelien, wobei die abgestorbenen Zellen durch schollige, eiweißreiche Massen von der Kapsel abgehoben wurden. Später kam vakuolärer Zerfall der Linsenfasern besonders in den Äquatorialpartien dazu. Wenn die Trübungen sich wieder aufhellten, so zeigte sich, daß der Epitheldefekt durch Zellwucherungen wieder gedeckt war, jedoch war das neugebildete Epithel nicht normal, sondern oft in mehrfachen Zellagen kapselstarähnlich übereinander geschichtet. v. Heß sieht demnach den Blitzstar als eine Folge des durch die Einwirkung des elektrischen Schlages bedingten Unterganges der Epithelzellen an. Dieser Erklärung schlossen sich die meisten späteren Autoren an.

Kiribuchi (1900) äußert sich dagegen dahingehend, daß die Intensität und Schnelligkeit der Starbildung der cyclitischen Reizung entspräche. Daß der Einfluß von Ernährungsstörungen, den man vermuten könnte, weil v. Heß sowohl wie Kiribuchi bei ihren Versuchen regelmäßig eine starke Hyperämie und Schwellung des Ciliarkörpers mit Blutungen fanden, bei der Entstehung der Blitzkatarakt keine Rolle spielt, hat Kuwabara (1909) durch Versuche an isolierten Linsen zu beweisen versucht. Er stellte durch Wägung fest, daß Linsen, wenn er sie erst starken Schlägen einer Leydener Flasche aussetzte und dann in 0,95%ige Kochsalzlösung brachte, mehr Flüssigkeit aufnahmen und Eiweiß abgaben, als nicht „geblitzte" Kontrollinsen. Er folgert hieraus, daß die Veränderungen der Linse durch den Blitz, da zu den Versuchen nur isolierte Linsen benutzt wurden, nicht auf Ernährungsstörungen beruhen, sondern auf direkter elektrischer Schädigung der Linsensubstanz.

Frese (1922) stellte in seiner experimentellen Arbeit an 10 Versuchstieren fest, daß nur zwei eine Katarakt bekamen, bei denen eine cyclitische Reizung vorhanden war.

Ausgedehnte Untersuchungen über die durch den elektrischen Strom hervorgerufenen Augenschädigungen sind von Croci (1932) durchgeführt worden. Sie beruhen 1. auf der Strahlenwirkung, die von einem elektrischen Lichtbogen ausgeht (Ophthalmia photo-elektrica); 2. auf der Wirkung des den Körper durchlaufenden Stromes (Schädigung durch Elektrizität im engeren Sinne). Zur Stromerzeugung benutzte er einen Symmetrie-Röhrenapparat; er verwandte Spannungen von 10 bis 100 kV und Stromstärken von wenigen Milliampères. Bei einem Teil der Versuche ließ er den Funken auf das Tier überspringen, bei einem anderen Teil berührte er das Versuchstier mit dem positiven oder negativen Pol. Konvulsionen oder Schock wur-

den bei den Tieren niemals beobachtet; 3 Tiere gingen später ein (nach 3 Monaten), wahrscheinlich infolge von Verletzungen des Nervensystems.

Anfangs traten Lidödem, Hyperämie der Bindehaut, Hornhautödem auf und verschwanden meistens wieder nach 2 Wochen. In einigen Fällen wurden Iritis und Cyclitis festgestellt, niemals aber Netzhaut- und Sehnervenveränderungen. Alle diese Erscheinungen führt Croci auf die Strahlenwirkung beim Funkenschlag zurück. Linsenveränderungen traten nur auf, wenn der Funke in der Nähe des Auges einschlägt, aber auch dann nicht regelmäßig. Schon wenige Stunden nach dem Funkenschlag sind die ersten Veränderungen an der Linse erkennbar. Diese schreiten dann langsam und mit Unterbrechungen fort. Anfangs findet man kleine Vakuolen in der vorderen Rinde, die in verschiedener Tiefe liegen können. Diese vermehren sich schnell, fließen zum Teil zusammen und vermindern sich später an Zahl. Zwischen ihnen treten dann weiße Punkttrübungen auf und vereinigen sich zu unregelmäßig geformten Trübungen. Im weiteren Verlaufe rücken die Trübungen in die tieferen Rindenschichten. In einigen Versuchen fanden sich ähnliche Trübungen in den vorderen Schichten des Linsenkerns. Sonst waren aber stets der Kern und die hinteren Rindenschichten frei von Veränderungen. Eine Bevorzugung eines Quadranten der Linse oder des vorderen Poles ließ sich nicht feststellen. Histologisch erwies sich die Linsenkapsel stets intakt; im Kapselepithel zeigten sich Vakuolen, Granula im Protoplasma, Kernpyknose, später Unregelmäßigkeiten in der Anordnung der Kerne, Änderung der Färbbarkeit des Protoplasmas, schließlich Zusammenfließen zu einer amorphen Masse, die nur vereinzelte Kerne enthält. Die Linsenfasern zerfallen nach vorausgegangener Quellung unter Vakuolenbildung innerhalb und zwischen den Fasern. Diese Vorgänge spielen sich nur in den vorderen Linsenschichten bis zum Äquator einschließlich ab. Die hintere Rinde zeigte niemals Veränderungen, abgesehen von einem Falle, wo einige Vakuolen unmittelbar hinter dem Äquator vorhanden waren. Iris und Ciliarkörper zeigen Hyperämie, in einigen Fällen entzündliche Veränderungen. Die Cataracta electrica entsteht durch direkte Wirkung des elektrischen Stromes auf die Linse, bei der wegen der eigentümlichen Ernährungsverhältnisse und des geringen Regenerationsverhältnisses auch geringgradige Schädigungen zu bleibenden Trübungen führen.

Comberg (1936) untersuchte die Frage näher, ob die Katarakt in der Regel der Iritis entspricht, oder ob die Katarakt im wesentlichen eine direkte Folge der Linsenkapsel- bzw. Linsendurchströmung ist. Die früheren Untersuchungen ergaben, daß nach Einwirkung von starken Strömen neben der Linsentrübung eine Hornhautquellung, eine Trübung der vorderen Kammer und vor allen Dingen eine Entzündung der Uvea niemals fehlt. Bei dem natürlichen Experiment der Verletzung durch den Blitzschlag wird auch die Iritis meist nicht vermißt, sie wurde indessen in früherer Zeit wegen der schlechten Untersuchungsinstrumente häufig nicht entdeckt und wenig beachtet. Hatte schon Leber auf die große Bedeutung der Iritis hingewiesen, so zeigte Morax bei 2 Fällen von Starkstromverletzung, daß die Katarakt sich auch an später auftretende Iritiden anschließen kann.

Bei früheren Experimenten wurde die Durchströmung des Tierauges regelmäßig so vorgenommen, daß die augennahe Elektrode an die Stirn in der Nähe der Orbita aufgesetzt wurde, und die Ableitung nach dem Fuße oder Rücken zu stattfand. Um die strittige Frage zu klären, ob die direkte Durchströmung der Linse die wesentliche Ursache der Linsentrübung ist, wählte Comberg eine neue Art des Stromdurchganges. Es wird eine kontaktglasartige Schale auf das Kaninchenauge so aufgenäht, daß sich die Mitte der Hohlkugel mitten auf der Hornhaut befindet, und der in einen gläsernen Einsatz mündende Elektrodendraht die Hornhautmitte berührt. Die Ableitung erfolgt aus dem hinteren Teile des Augapfels durch einen kleinen Halter, der gleichzeitig den Augapfel in luxierter Stellung erhält. Während beim Aufsetzen der Elektrode auf den Orbitalrand eine Durchströmung der Linse in nahezu äquatorialer Richtung stattfand, wird jetzt der Strom gezwungen, von der Hornhautmitte aus nach dem hinteren Teile des Augapfels seinen Weg zu suchen. Hierbei finden eine genauere Dosierung und auch eine relativ stärkere Einwirkung an der vorderen Linsenkapsel statt, während die Uvea, abgesehen vom Pupillenteil der Iris, eine wesentlich geringere Dosis erhält, als bei den älteren Verfahren. Es wurde der Strom einer kräftigen Elektrisiermaschine benutzt, der in ein System von Leydener Flaschen geschaltet war. Die Einwirkung von Licht oder Ultraviolett konnte nicht stattfinden, da die Funkenstrecke weit vom Auge entfernt war. Die Elektrizitätsmenge des Einzelschlages betrug $17{,}4 \cdot 10^{-6}$ Coulomb, ferner wurden wechselnde Mengen von $1{,}2 \cdot 10^{-4}$ bis $10{,}4 \cdot 10^{-4}$ Coulomb appliziert. Am stärksten natürlich sind die

Stromdichten unmittelbar an der Elektrode und nehmen nach dem Glaskörper zu stark ab. Es zeigt sich, daß der vordere Linsenpol bei dieser Versuchsanordnung fast 3 mal so viel Strom bekommt wie das mittlere Gebiet der Iris, und 8 mal so viel wie der Ciliarkörper, während bei der vorher ausschließlich angewandten seitlichen Durchströmung Ciliarkörper und Iris im Durchschnitt die gleiche Menge Strom bekamen wie die Linse. Auf diese Art und Weise hoffte man einen eindeutigen Aufschluß zu bekommen, ob die Entzündung des Ciliarkörpers eine besondere Bedeutung für die Entstehung der Katarakt hat. Doch zeigten sich auch bei dieser Versuchsanordnung in 67 % der Fälle fibrinöses Exsudat in der vorderen Augenkammer. Eine Trübung der Linse fand sich regelmäßig. Die Trübungen lagen 6 mal an der Kapsel oder dicht unter der Kapsel, 10 mal wurden Trübungen in der vorderen Rinde festgestellt.

Bei Beobachtungszeit bis zu 1 Jahr zeigt sich folgendes: In 7 Fällen nehmen die Trübungen in der Beobachtungszeit weiter zu, in 5 Fällen blieben sie stationär, in 2 Fällen gingen sie zurück. Auffallend war, daß die Trübungen meistens sehr schnell auftraten, schon eine halbe Stunde nach der Durchströmung konnte Linsentrübung beobachtet werden, wenn die vordere Kammer nicht mit Exsudat verlegt war. Die schnell auftretenden Trübungen finden sich an der Stelle des stärksten Stromdurchganges. Dies spricht überzeugend dafür, daß in diesen Fällen die direkte Stromwirkung das ausschlaggebende Moment ist. Im histologischen Präparat fand man am Linsenkapselepithel in der Gegend des vorderen Pols Kernschädigung und Degeneration. Es wird also durch die Versuche bestätigt, daß die Linsenepithelien durch den elektrischen Strom leicht angegriffen und beschädigt werden. Auch bei dieser Versuchsanordnung trat oft eine Iridocyclitis auf, so daß die Mitwirkung der Iritis bei der Entstehung und dem Ablauf der Katarakt nicht gänzlich auszuschließen ist.

Betrachtet man nach diesen experimentellen Ergebnissen die Praxis, so muß man zwei große Gruppen unterscheiden: Blitzschädigungen mit äußeren Verletzungen, wobei es zu Strommarken und Hautverbrennungen kommt, und der Körper direkt in den Stromkreis eingeschlossen war, und Blitzschädigungen ohne äußere Verletzungen, wobei äußerlich kein Merkmal einer Verletzung vorhanden ist, und der Körper sich gewissermaßen im Nebenschluß, im elektrischen Felde des Blitzes befand. Zu dieser letzteren Gruppe gehört auch unser Fall, bei

dem es lediglich zu Trübungen in der vordersten Rindenschicht gekommen ist.

Die Kasuistik der letzten 30 Jahre bietet nur wenig Material, als daß man bestimmte Gesetzmäßigkeiten herausfinden könnte, man muß hierbei immer wieder auf die experimentellen Erfahrungen zurückgreifen.

Ein dem unseren sehr ähnlicher Fall wurde von Montanelli beschrieben. Etwa 30 Meter von dem 53jährigen Patienten entfernt schlug der Blitz ein. Nach kurzer Bewußtlosigkeit konnte der Patient zunächst fast gar nichts sehen. Am anderen Tage war das rechte Auge wieder normal, während das linke etwas gerötet war und erst im Verlaufe eines Monats seine Sehschärfe wiedergewann. Nach 2 Monaten begann die Sehkraft des linken Auges wieder abzunehmen und es kam zu einer langsam zunehmenden Verschlechterung. Nach 14 Monaten bestand eine sternförmige Trübung in der vorderen Linsenrinde, die nach weiteren 6 Monaten zur Totalkatarakt wurde.

Montanelli beschrieb noch einen zweiten Fall, ein 18jähriges Mädchen, bei dem der Blitz in der Nähe niederging. Hier kam es zu punktförmigen Trübungen in gleichmäßiger Verteilung in beiden Linsen.

Da in diesen beiden Fällen der Blitz nicht direkt die Patienten traf, erörtert Montanelli die Möglichkeit, daß durch Induktion im Körpergewebe schädliche Ströme entstehen können.

Ein weiterer Fall in dieser Gruppe wird von Safar beschrieben. Ein 16jähriges Mädchen wurde, ein Meter weit von der hängenden elektrischen Lampe stehend, vom Blitz getroffen. 3 Stunden anhaltende Ohnmacht. Äußerlich waren keine Veränderungen, keine Verbrennungen der Augenbrauen oder Wimpern zu erkennen. Anisokorie links weiter als rechts. Lichtreaktion prompt. Erweiterungsfähigkeit der Pupille herabgesetzt, Homatropie wirkt rechts kaum, links gering. Atropin erweitert links gut, rechts nicht genügend; keine Entzündung. Hornhaut zart diffus getrübt, fleckig in der ganzen Dicke der Hornhaut, Streifung der Hornhauthinterfläche. In der Linse Vakuolen in Form von Bläschen unter der vorderen Linsenkapsel. Die Papille ist unscharf, Netzhaut um die Papille und Makulagegend verschleiert, ähnlich einer Ablösung. In der Makula radiär verlaufende Netzhautfältelungen mit glänzenden Reflexen. Der Befund ist auf beiden Augen derselbe. Visus: rechts 1/10, links 6/24. Zentrales Skotom. 5 Wochen später hat

sich eine Hypopyoniritis ohne jegliche subjektiven Beschwerden entwickelt. Nach Ansicht von Safar handelt es sich hier um eine rein elektro-dynamische Wirkung des Blitzes ohne jede Verbrennung.

Mawas beschreibt einen Fall von Blitzstar, bei dem der 24jährige Patient unter einem Nußbaum stand, in den der Blitz einschlug. Der Patient fiel um und verlor für einige Minuten das Bewußtsein. Danach klagte er über Brennen in den Augen und Verlust des Sehvermögens. 2 Tage später fand Mawas die Bindehaut der Augen hyperämisch, die Hornhaut, Regenbogenhaut unversehrt, an beiden Linsen zahlreiche punktförmige weißliche Trübungen in der vorderen Rinde. An der Netzhaut zeigte sich in beiden Augen geringe Erweiterung der Gefäße und zartes Ödem in der Makulagegend und ihrer Umgebung. Mit dem binokularen Augenspiegel und im rotfreien Lichte war die Makulagegend ödematös geschwollen ohne Farbänderung. Auffallend war der Reichtum an Reflexen. Sehvermögen und Gesichtsfeld waren nicht beeinträchtigt. Im Laufe eines Monats gingen die Netzhautveränderungen zurück. Die Linsentrübungen nahmen nach 6 Monaten zu, es entstand eine schalenförmige Trübung der hinteren Schichten mit einigen farbigen Reflexen, ähnlich wie bei chorioidalen oder endokrinen Staren. Die vorderen Trübungspunkte blieben unverändert.

Ein Fall von besonders frühzeitigem Auftreten des Blitzstares wird von Camisón beschrieben. Ein 15jähriges Mädchen befand sich in einem Hause, in dessen Hof der Blitz einschlug. Es bestand ein Bewußtseinsverlust von einstündiger Dauer. Am Ende des ersten Tages wurde die Klage über Herabsetzung des Sehvermögens erhoben. 2 Tage später kam das Mädchen zur Untersuchung.

Befund am rechten Auge: S – 1 6, äußere Teile normal, mit dem Augenspiegel erkennt man kuglige durchsichtige Bildungen in der Linse, die einen Kreis vom Durchmesser der normalen Pupille bilden. Augenhintergrund normal.

Befund am linken Auge: Alte Hornhautnarbe, sonst normaler Befund.

Mit der Spaltlampe konnten im rechten Auge zahlreiche Vakuolen in der unmittelbaren Nähe der Linsenkapsel gefunden werden. Diese Vakuolen bilden durch Zwischenräume voneinander getrennte Gruppen, die kreisförmig angeordnet sind. Das Linsenchagrin ist normal. Keine Trübungen in der Linse.

Befund am rechten Auge 7 Wochen später: S = 2 3, mit der Spaltlampe zeigen die unteren Vakuolen feine Trübungen

an ihrem Rande; 4 Monate später war bei seitlicher Beleuchtung eine zarte Trübung der oberflächlichen Linsenschicht erkennbar. Mit der Spaltlampe finden sich 2 weiße perlmutterschimmernde Trübungen in der vorderen Kapsel, in deren Bereich das Linsenchagrin vollständig fehlt. Sonst ist das Chagrin normal, nur weniger deutlich über einzelnen größeren Trübungen, die unter der Kapsel liegen. Die ganzen vorderen Rindenschichten sind von zahlreichen kleinen verschieden geformten weißlichen Trübungen eingenommen. Der Embryonalkern ist klar, in der hinteren Rinde besteht eine schalenförmige Katarakt, wie sie Vogt beschrieben hat.

Einen Fall von hinterer Cortikalkatarakt beschreibt Wirth. Bei einer Patientin, die in einem Hause weilte, in das der Blitz einschlug, zeigte sich an den Augen wochenlange Hyperämie und Lichtscheu. In der 2. bzw. 3. Woche entwickelte sich am linken Auge eine Katarakt der hinteren Cortikalis. Sonst waren keine Augenstörungen vorhanden.

Ein weiterer Fall wird von v. Marenholtz beschrieben. Die 56jährige Patientin war, während sie mit der rechten Körperhälfte dem Fenster zugekehrt saß, vom Blitz getroffen worden. Sie war eine halbe Stunde lang bewußtlos. Am nächsten Tage trat eine Entzündung am rechten Auge auf, die sich unter Schmerzen derart verschlimmerte, daß sie auf dem rechten Auge fast nichts mehr sah. Erst 6 Wochen nach dem Unfall begab sie sich in ärztliche Behandlung.

Am rechten Auge fanden sich die Erscheinungen einer Iritis mit hinteren Synechien, in der medialen Hälfte der Linse mehrere punktförmige weißgelbliche Trübungen der vorderen Kapsel, die Papille getrübt und verwaschen. In der Makulagegend sah man einen grauen Herd mit weißem Rande von ½ Papillengröße, nach außen von der Papille im Abstand von etwa 2 Papillendurchmesser eine gleichsam straßenförmig von oben nach unten im leichten Bogen verlaufende atrophische Partie der Netzhaut, mit reichlich pigmentierten Stellen bedeckt. Das Gesichtsfeld war konzentrisch eingeengt, entsprechend der veränderten Netzhautstellen fanden sich zwei absolute Skotome.

Unter Atropin-Dionin heilte die Iritis im Verlaufe von 3 Wochen ab, Sehschärfe, Linsen- und Augenhintergrundsbefund blieben unverändert.

Enami beschreibt einen Fall von Blitzkatarakt mit äußeren sichtbaren Verletzungen. Eine 20jährige Koreanerin wurde vom Blitzschlag getroffen und bemerkte unmittelbar nachher eine Herabsetzung der Sehschärfe auf dem rechten Auge. Neben

ausgedehnten Verbrennungsnarben an der rechten Körperhälfte stellte Enami eine Lidschwellung, conjunktivale Hyperämie, Keratitis epithelialis und oberflächliche Hornhautnarben fest. Iris o. B.

Linsenbefund: An der vorderen Kapsel zahlreiche kleine und vielgestaltige, sowie dicke und bogenförmige Trübungen. Letztere ragen etwas über das Kapselniveau heraus, zeigen Farbenschillern, partielle Zerreißung, Ablösung und Faltenbildung der Epithelschicht. In der vorderen Rindenpartie erkennt man traumatische Rosettentrübungen, Wasserspaltenbildung und zum Teil rot und grün aufleuchtende Punkttrübungen. Außerdem bestehen inselförmige Zerreißungen der vorderen Rinde. Kernzone normal. Die hintere Rinde zeigt ähnliche Veränderungen wie die vordere. Der Star nahm einen progressiven Verlauf.

Zwei weitere Fälle werden von Licskó beschrieben. Eine Frau von 37 Jahren wurde im Zimmer an der offenen Tür vom Blitz getroffen, war einige Minuten bewußtlos und hatte anschließend mehrere Tage lang ein Lähmungsgefühl in der linken Gesichtshälfte und Schulter. Das linke Auge war 3 Wochen lang geschwollen und gerötet. Einige Tage nach dem Blitzschlag sei eine Abnahme des Sehvermögens beobachtet worden. 6 Wochen später wurde eine Untersuchung der Augen vorgenommen. Das rechte Auge war o. B. Das linke Auge hatte einen Visus von 5/30 und zeigte eine Trübung in der ganzen vorderen Cortex der Linse. Im Spaltlampenmikroskop konnte man in großer Anzahl graue subkapsulär liegende Kügelchen erkennen. Die übrigen Teile der Linse waren frei von jeder Trübung.

Licskó beschreibt einen zweiten Fall, bei dem ein 25jähriger Mann mit einem Feldtelephon am Ohr vom Blitz getroffen wurde, der 2—3 Meter von ihm entfernt in die Telephonleitung einschlug. Der Verletzte war eine halbe Stunde lang bewußtlos und bemerkte nach seinem Erwachen Brandwunden an der rechten Körperhälfte von der Schläfe bis zur kleinen Zehe. Nach 2—3 Tagen trat am linken Auge Rötung und Lichtscheu auf; gleichzeitig begann die Sehstörung. Erst 2 Monate später begab er sich in augenärztliche Behandlung. Es wurde an beiden Augen eine beginnende Katarakt festgestellt. Nach einem Jahre war der Star auf beiden Augen soweit fortgeschritten, daß der Patient mit keinem Auge mehr lesen konnte. Es wurden dann beide Stare nach sehr langsamer Progression in unreifem Zustande operiert.

Coppinger berichtet von einem 19 Monate alten Knaben, der vom Blitz getroffen wurde und leichte Verbrennungen der Haare und der Haut der rechten Kopfseite, besonders am rechten Oberlid zeigte. Das rechte Auge war 3 Tage entzündlich gereizt und konnte nicht geöffnet werden; erst nach einem Monat schien es unter ärztlicher Behandlung wieder ganz normal. 2½ Monate nach dem Blitzschlag bemerkte die Mutter zuerst einen weißen Fleck im Auge, der sich allmählich vergrößerte. Es zeigte sich in der Linse eine dichte, weiße, halbkreisförmige Trübung in der unteren Hälfte, von der noch ein feiner grauer Nebel durch die ganze Linse zog. Im übrigen war das rechte Auge gesund, das linke zeigte keinerlei Veränderungen. Coppinger hebt besonders hervor, daß die halbkreisförmige Trübung der unteren Hälfte der Linse, deren obere gerade Begrenzung genau dem oberen Lidrand bei halbgeöffnetem Auge entsprach, offenbar durch die Hitzeeinwirkung zu erklären sei.

Ein weiterer Fall wird von Posey berichtet. Ein 14jähriger Knabe wurde im Zimmer am Kamin durch Blitzschlag bewußtlos niedergestreckt. 3 Tage später ergab die Untersuchung eine Versengung der Härchen an der linken Gesichtsseite, Schwellung der linken Augenlider sowie Lichtscheu. An der hinteren Linsenkapsel wurde ein zarter Riß festgestellt, die Netzhaut zeigte milchweiße Verfärbung der Art wie nach Stoßverletzungen. Alsbald wurde der hintere Linsenstern sichtbar, und es entwickelte sich eine typ. Katarakt.

Zur Erklärung der Starentwicklung verweist Posey auf die Heßschen Versuche und die erwiesene Abtötung des Epithels der Linsenkapsel durch elektrische Schläge. Als Operation der Wahl empfiehlt Posey die Diszission des Stares nach Ablauf jeder ciliaren Reizerscheinung.

Alajmo berichtet von einem 37jährigen Manne, der im Alter von 18 Jahren vom Blitz getroffen wurde und 10 Tage lang bewußtlos war, daß hier erst nach 2 Jahren eine Abnahme des Sehvermögens am linken Auge bemerkt worden ist. Es war damals eine hintere Cortikalkatarakt notiert worden. Jetzt sucht der Patient wegen neuerlicher Abnahme des Visus die Klinik auf.

Die Untersuchung ergab ein normales rechtes Auge, während das linke Auge schwere pathologische Veränderungen aufwies. Hier wurde neben einer tiefen Vorderkammer eine etwas weitere Pupille mit leicht ausgefranstem Rand beobachtet, während die Irisoberfläche etwas entfärbt war. Hand-

bewegungen erst in 15 cm sichtbar. Der Befund an der Spaltlampe ergab degenerative Veränderungen im Hornhautendothel mit vereinzelten Präzipitaten und Pigmentbeschlägen an der hinteren Hornhautwand. Ferner bestand leichte Atrophie der Iristrabekel mit Pigmentzerstreuung, Depigmentierung des Pupillarsaumes, auf der vorderen Linsenkapsel bläschenhafte Vorwölbungen und unterhalb derselben ausgedehnte unregelmäßige Vakuolenbildung. Die vorderen Rindenpartien zeigten radiäre Trübungen, während die zentralen Partien relativ durchsichtig waren. In der hinteren Cortikalis konnten stern- oder rosettenförmige Trübungen bis zum Äquator reichend festgestellt werden.

Antuzzi sah einen 22jährigen Mann, der vor 5 Jahren vom Blitz getroffen wurde. Dieser sei damals 3 Tage bewußtlos gewesen und hätte in der Folge eine Abnahme der Sehkraft konstatiert. Im durchfallenden Lichte, vor allem an der Spaltlampe ergab sich, daß es sich im wesentlichen an beiden Augen um eine Trübung der vorderen Rinde handelte. Neben grauweißen, radiären, subkapsulären Trübungen zeigte sich in der ganzen vorderen Rinde eine enorme Zahl punktförmiger Trübungen, welche z. T. farbig schillerten. Der Kern und vor allem auch die hintere Cortex zeigten nichts besonderes. Der Patient wurde zuerst am linken Auge, das stärker befallen war, mit gutem Erfolge linear extrahiert. Später mußte auch das rechte Auge operiert werden.

Fradkine beobachtete bei einem 13jährigen Mädchen, welches leicht vom Blitz getroffen war, starke perikorneale Rötung des linken Auges mit Lichtscheu. Es bestanden schmale hintere Synechien, Hypotonie, Fundesverschleierung und S=Lichtsehen. Rechts fanden sich zahlreiche hintere Cortikalistrübungen der Linse. Nach einigen Tagen sachgemäßer Behandlung des linken Auges gingen die Entzündungserscheinungen zurück und man sah links eine Kerntrübung neben disseminierten Peripherietrübungen. Bei einer späteren Nachuntersuchung war die Iridocyclitis völlig abgeheilt, die beiderseitigen Linsentrübungen waren unverändert.

Frese untersuchte eine 48jährige Frau, die vom Blitz getroffen wurde, bewußtlos niederfiel und angeblich nach dem Erwachen eine halbe Stunde blind gewesen sei. Das Sehvermögen stellte sich allmählich wieder her. Eine Entzündung des linken Auges ging nach einigen Tagen zurück, ein gewisses Blendungsgefühl blieb noch Monate lang bestehen. 4 Monate nach dem Blitzschlag fanden sich rechts leichte Linsentrübungen

innen oben, links eine fortgeschrittene sternförmige Trübung. Diese lag unmittelbar subepithelial und folgte bei radiärer Anordnung deutlich dem Faserverlauf, hatte 5 Hauptstrahlen und zarte Zwischenstrahlen. Außerdem bestanden kleinere, dem Aussehen der Cataracta punctata ähnliche Trübungen in der vorderen und hinteren Cortikalis und zwischen den Sterntrübungen eine Menge flacher bläschen- und tröpfchenartiger Bildungen, die unmittelbar unter der Kapsel lagen und diese leicht vorbuckelten, wodurch Unebenheiten der Linsenoberfläche resultierten. Der Kern war klar. Auch waren rechts diese bläschenartigen Veränderungen vorhanden. Nach etwa 1½ Jahren hatten die Trübungen erheblich zugenommen, die Bläschen sich stark vermehrt, auch an der hinteren Kapsel hatten sich massive rundliche Trübungen entwickelt. Die rechte Linse war jetzt fast ebenso getrübt wie die linke. Wie experimentelle Versuche Freses ergaben, schließt dieser sich der Anschauung Kiribuchis an, indem er erklärt, daß die Intensität und Schnelligkeit der Starbildung der cyclitischen Reizung entspräche.

Auch Hillscher schließt sich der Ansicht Freses an, daß der Blitzstar das typische Bild einer Cataracta complicata mit subkapsulärem Beginn der Trübungen zeige.

Versucht man nun die bekannt gewordenen Fälle und die experimentellen Ergebnisse in einen festen Rahmen zu bringen, so ist in der anatomischen Struktur der Kataraktformen keine Einheit zu erkennen, nur in ganz seltenen Fällen treten die Linsenfasern besonders deutlich in Erscheinung. Die Farbe der Trübungen wird einheitlich milchig grau-weiß beschrieben. Farbenschillern tritt häufig bei Spaltlampenbeleuchtung im schmalen Büschel wegen der prismatischen Streuung des Lichtes in Erscheinung. Die Dichte der Trübungen wiederum ist sehr verschieden, da in dem einen Falle nur Vakuolenbildung und im anderen Falle sternförmige bzw. rosettenförmige Trübung auftritt. Letztere scheinen schneller zu einer Totalkatarakt zu führen. Selbstverständlich spielt hierbei der Grad der Blitzeinwirkung die meiste Rolle. Die Trübungen liegen in der Regel in den vorderen Rindenschichten dicht unter der Kapsel bzw. in der Kapsel selbst. Die Gegend des vorderen Abspaltungsstreifens ist besonders dafür prädilektiert. In den seltensten Fällen beginnt die Katarakt in den hinteren Rindenschichten. Anderweitige Augenveränderungen wie Lidödem, Conjunktivitis, Hypopyonbildung, Iritis mit hinteren Synechien, Ani-

sokorie, Akkommodationslähmungen und Fundusveränderungen werden häufig beobachtet. Für die beschriebenen Krankheitsbilder ist der Zeitpunkt des Beginns der Beobachtung von großem Einfluß. Da die Kataraktbildung häufig als einziges Symptom bestehen bleibt und eine langsame, bisweilen auch einmal schnelle, Progredienz zeigt, stehen die Erscheinungen an der Linse im Vordergrund. Die Operationsergebnisse waren, soweit darüber berichtet wird (Leonardi, Posey, Licskó), stets gut.

Am Schluß der Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. med. Müller herzlich für die Überlassung des Themas, sowie für die freundlich geleistete Unterstützung. Gerhard Glück

Literatur.

Alajmo, Biagio: Contributo alla patogenesi della cataratta da fulmine (Osservazione alla lampada a fessura). (Clin. oculist., univ. Palermo.) Boll. d'oculist, Jg. 5, Nr. 4—6, S. 303—309, 1926. Ref. im Zentralbl. f. Ophth., Nr. 17, S. 851.

Antuzzi, Carlo: Cataratta da folgore. Giorn. di oculist, Jg. 6, Nr. 8, S. 98—102, 1925. Ref. im Ztrbl. f. Ophth. Nr. 16, S. 62.

Comberg: Das Problem der Cataracta electrica. Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 36, S. 323.

Croci, Luigi: Cataratta elettrica sperimentale. Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 31, S. 72.

Camisón, A.: Beobachtungen mit der Gullstrandschen Spaltlampe und Hornhautmikroskopie bei einem Fall von Katarakt infolge von Blitzschlag. Arch. de oft., Bd. 25, Nr. 298, S. 529—538, 1925. Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 16, S. 131.

Coppinger, W. V.: Notes on a case of cataract in a child, following lightning stroke. Indian. med. gaz., Bd. 57, Nr. 12, S. 462—463, 1922. Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 9, S. 517.

Enami, T.: Spaltlampenmikroskopische Beobachtung eines Falles von Blitzstar (Augenkl., Univ. Keijo). Acta Soc. ophthalm. jap., 35, 389—399. Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 25, S. 831.

Fernández Balbuena, Felix: Katarakt durch Blitzschlag. Arch. oftalm. hisp.-amer., 33, 55—57, 1933. Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 29, S. 118.

Fradkine, Jacques: Un cas de cataracte binoculaire produite par la foudre. Clin. ophth., Bd. 14, Nr. 6, S. 323—330, 1925. Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 15, S. 648.

Frese, H.: Über das Spaltlampenbild der Cataracta electrica mit experimentellen Untersuchungen an Kaninchen (Univ.-Augenklinik, Charité, Berlin). Arch. f. Augenheilk., Bd. 91, H. 3—4, S. 278—287, 1922.

Heß, Carl: Blitzstar. Hdbch. d. Augenheilk. Graefe-Saemisch, 3. Aufl., 2. Teil, IX. Kap., S. 237, 1911. Pathol. und Therapie des Linsensystems.

Hillscher, Viktor: Ein Beitrag zur Kasuistik des Blitzstares (Univ.-Augenkl. Berlin). Klin. Mbl. Augenheilk., 91, 610—625 (1933).

Jess, Adolf: Blitzstar. Kurzes Hdbch. der Ophth. Schiek-Brückner, Bd. 5, 1930.

Kuwabara, zitiert nach Lobeck.

Leonardi, E.: Considerazioni su di un raro infortunio oculare. Valutazione dell'afachia binoculare. Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 22, S. 650.

Licskó, Andor: Eigene Fälle von Cataracta electrica. Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 9, S. 235.

Lobeck, Erich: Pathologie der Linse, Henke-Lubarsch, S. 496—499.

v. Marenholtz: Ein Beitrag zu den Blitzschädigungen des Auges. Zeitschr. f. Augenheilk., 28, S. 449.

Mawas, Jacques: Action de la foudre sur l'oeil. Bull. Soc. Ophthalm., Paris, Nr. 3, 175—178 (1935). Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 34, S. 588.

Montanelli, Gino: Cataratta da folgore. Lett. oftalm., 8, 395—420 (1931). Ref. im Ztrbl. f. Ophth., Nr. 26, S. 263.

Posey, W. C.: Injury to eyes from lightning stroke. Americ. journ. of ophth., Bd. 1, S. 88. Nagels Jahresbericht, 1918, Bd. 46.

Safar, Karl: Über Augenschädigungen (Linsentrübung, Netzhautschädigung und Hypopyoniritis als Spätfolge), hervorgerufen durch reine elektrodynamische Wirkung des Blitzschlages (I. Univ.-Augenklinik, Wien). Ztrbl. f. Augenheilk., 72, 1—12 (1930).

Wirth: Ein Fall von Blitzschädigung des Auges. Klin. Wschr., Jg. 3, Nr. 36, S. 1649 (1924).

Lebenslauf.

Am 3. Februar 1912 wurde ich als Sohn des Kaufmanns Max Glück in Berlin geboren. Schon als Schüler des Königstädtischen Realgymnasiums zu Berlin galt mein besonderes Interesse den Naturwissenschaften, so daß ich nach Ablegung der Reifeprüfung auf der Berliner Friedrich Wilhelms Universität Mathematik und Physik studierte. Nach 4 Semestern ging ich zum Studium der Medizin über und arbeitete in den Semesterferien als Werkstudent und später häufig als Famulus in Berliner Krankenhäusern und Instituten. Das Physikum bestand ich 1935, Staatsexamen 1938/39 und wurde am 5. September 1939 approbiert. Seit dieser Zeit arbeite ich als Assistenzarzt an der chirurgischen, z. T. auch ophthalmologischen Abteilung des Stubenrauch-Kreiskrankenhauses in Berlin-Lichterfelde-West.